

## 지하철 시스템에 대한 RF-ID의 적용

이용재\*, 김도훈, 김용상, 임성욱, 김양모  
충남대학교 전기공학과

### Application of RF-ID in Subway System

Lee Yong-Jea, Kim Do-Hun, Kim Yong-Sang, Yim Sang-Wook, Kim Yang-Mo  
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National University

**Abstract** - Radio frequency identification (RF-ID) is an automatic data capture (ADC) technology that comprises small data-carrying device(is called Tag) and fixed or mobile device(is called reader). Tags are attached or deattached device. Readers may be installed at locations where data capture is required, and may also be in the form of portable readers.

In this paper, we are proposing an application for the subway station using the RF-ID system and a system for the gateless fare collection passing through the booth in only carrying the card. In this system that RF-ID system and Bluetooth are applied. We designed two wireless communication channels. One is the 125kHz communication channel by FSK and PSK for power supplying on the card and identification and the other is 2.4GHz channel for the collection.

### 1. 서 론

최근에 지하철 이용자의 급증으로 지하철 개찰구 근처가 매우 혼잡하게 되었다. 특히 출/퇴근 시간대에는 개찰구 앞에서의 대기 시간이 많아서 승객의 이동 흐름을 빠르게 개선하는데 장애가 된다. 좀 더 효율적인 시스템으로 RF-ID용 게이트 시스템이 부분적으로 이용되고 있지만 이 시스템은 인식거리가 10cm내외로 짧아서 Tag로 사용되는 카드를 승객이 직접 인식시켜야 하므로 줄을 서서 자신의 순서를 기다려야 하는 것은 앞의 시스템과 비슷하다. RF-ID 시스템의 이용으로 보다 빠른 개찰이 이루어지길 하였지만 게이트가 존재하므로 정체 시간은 여전히 남아 있다. 짐을 소지한 상태이거나 장애인이 이용을 하는 경우에도 이러한 시스템은 개찰을 위해서 표를 꺼내서 인식시켜야 하므로 승객에게 불편을 준다. 따라서, 본 논문에서는 개찰을 위해서 대기하는 시간을 제거하고 개찰을 위해서 표를 인식시켜야 하는 불편함을 개선하고자 2개의 주파수를 이용한 무개찰 시스템을 제안하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 RF-ID 시스템의 기본구성

RF-ID 시스템은 기본적으로 데이터 송/수신 및 전력을 전달하는 Reader와 전력을 받아서 시스템을 운용하고 자신의 데이터를 재송신하는 Tag, 그리고 Reader로부터 데이터를 받아 이를 판독하는 Host Computer로 구성되어있다. 그림1은 RF-ID의 구성을 보여준다.

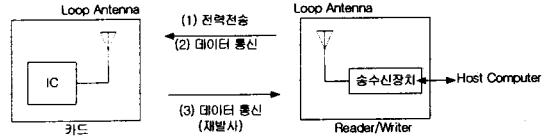


그림 1. RF-ID의 구성

#### 2.1.1 Reader의 구성 및 기능

리더의 역할은 125kHz의 주파수를 사용하여 Tag의 구동에 필요한 전력의 전달 및 Tag의 데이터를 받아들여서 통신을 수행하게 된다. 그림 2에서 보듯이 리더는 수신부, 송신부, 안테나, 마이크로컨트롤러로 구성되어 있다.

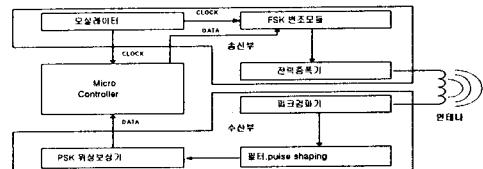


그림 2. Reader의 구성

리더에서는 안테나를 통해서 RF캐리어 신호를 check zone 영역으로 전송하고 Tag가 존재할 경우에는 Data를 FSK 방식으로 송신하게 된다. 수신부의 경우에는 Tag로 받아들여진 Data를 Pulse Shaping 회로를 통해 복조되어 데이터를 읽어들이게 된다.

#### 2.1.2 Tag의 종류와 구조

현재 상용화되어 있는 Tag에는 여러 가지의 종류가 있다. 그림 3은 현재 사용되고 있는 Tag의 종류를 주파수별로 나타낸 것이다.

표 1. 주파수대별 Tag의 특징

주파수대 항목	13.56MHz	100~135kHz	2.45혹은 5.8GHz
	통신속도	500Kbps정도	1Mbps정도
Antenna	Loop Antenna 4~5 Turn	Loop Antenna 100~200 Turn	Dipole Antenna
인체의 흡수	없음	없음	있음
거리-유럽기준	~ 10cm	~ 70cm	~30cm(전지無) 수m(전지有)

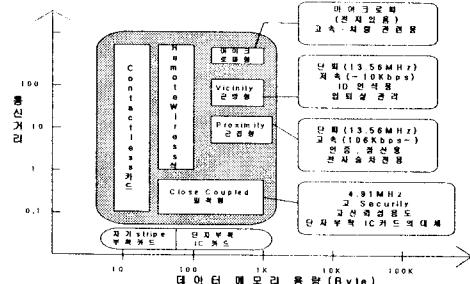


그림 3. 주파수대로 분류한 Tag의 종류

Tag는 전원의 유/무에 따라 능동형과 수동형으로 나눌 수 있다. 능동형의 경우는 내부에 구동전원을 내장하고 있는 경우이며, 수동형 Tag의 경우에는 그림 4에서 보여주는 내부블록도의 경우처럼 Reader로부터 받아들여진 전력을 정류하여 Tag를 운용하고 또한 다시 Reader에게 데이터를 송신하는 기능을 갖는다.

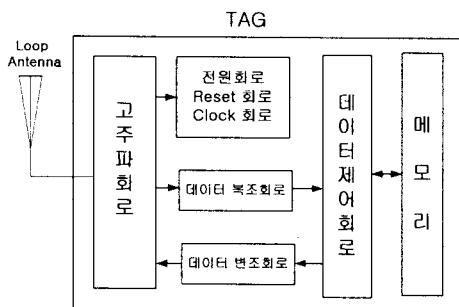


그림 4. Tag의 내부 Block Diagram

## 2.2 Bluetooth를 이용한 데이터 통신

블루투스의 기본 사양은 영국의 CSR사의 Bluecore01 chip을 사용하였다. 외부와의 인터페이스는 UART, USB, BCSP가 있는데 본 논문에서는 UART를 선택했다. 통신거리는 10m이며 통신 속도는 최대 1Mbps이다.

그림 5는 블루투스의 흐름도를 보여주고 있다.

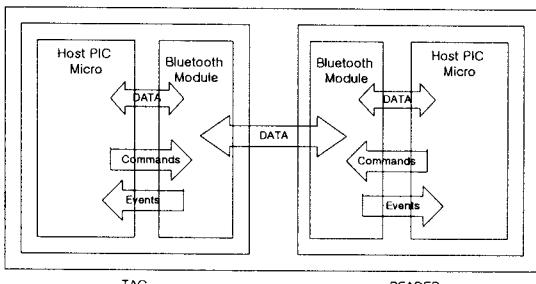


그림 5. 블루투스의 Flow Chart

블루투스는 블루투스 모듈과의 표준 인터페이스 방법을 정의하고 있다. HCI(Host Controller Interface)의 역할은 블루투스 모듈과 주고받는 패킷의 포맷과 절차를 정의한다고 말할 수 있다. 즉, 블루투스 모듈이 이해할 수 있는 표준 포맷으로 데이터를 만들어 보내주고, 블루투스 모듈은 그 결과를 표준 패킷으로 만들어 호스트로 보내는 방법을 정의하고 있는 것이다.

그림 6은 블루투스와 관련된 소프트웨어 스택의 연관 관계를 표현한 것으로, 이 그림을 구성하는 박스들 각각이 독립된 소프트웨어 프로토콜 스택을 갖고 있다.

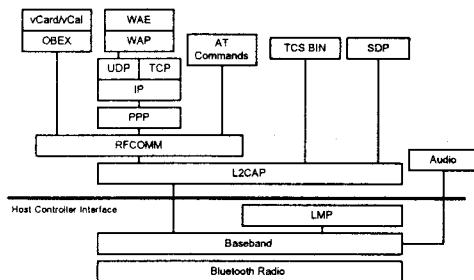


그림 6. 블루투스 프로토콜 스택

그림 6을 보면 블루투스 소프트웨어는 크게 블루투스 하드웨어와 관련된 부분과 소프트웨어 프로토콜 스택으로 나눌 수 있다. 하드웨어와 관련된 부분은 블루투스 칩이나 모듈을 만드는 업체에게 중요한 부분으로, 일반 블루투스 애플리케이션 개발자들에게는 크게 상관없는 부분이다.

## 2.3 지하철시스템에 대한 적용

그림 7은 무개찰 지하철 시스템을 보여주고 있다. 그림에서 카드 Check Zone에서 데이터 통신이 이루어지고 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 데이터통신이 이루어지면서 요금이 징수되는 것을 알 수 있다.

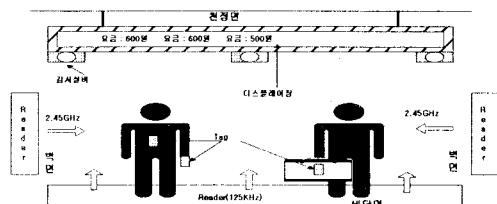


그림 7. 무개찰 시스템

그림 8은 승객이 다수의 카드를 가지고 있는 경우 이를 판별하기 위해서 제시된 시스템이다.

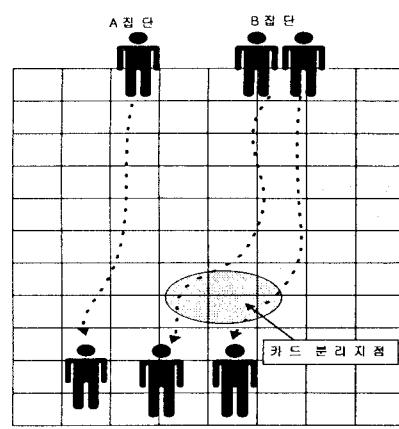


그림 8. Tag를 소유한 승객의 추적

그림과 같이 바닥면에 일정한 간격으로 가로, 세로 70cm정도의 루프형 지향성 안테나를 설치하여 승객의 흐름을 추적하고 Passive형 RF-ID 카드에 전원을 공급하면서 최종적으로 제안된 무개찰 시스템을 통과하기 전에 단 하나의 카드만을 선택하도록 구성된 시스템이다.

### 3. 실험 결과와 시뮬레이션

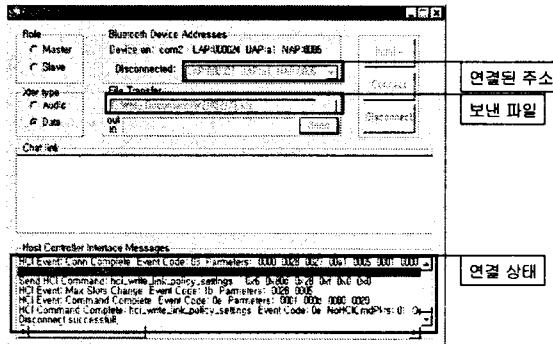


그림 9. Connection 과 Data 교환

그림 9는 CSR사에서 제공하고 있는 블루투스 테스트 프로그램이다. 이 프로그램을 이용하여 PC에서 데이터 교환을 모니터 하였다. 위의 그림 9는 하나의 블루투스 기기와 connection을 이루고 데이터를 교환한 후 disconnection 과정까지 마친 후의 모습이다. 그림 9를 보면 connection을 이루는 블루투스 디바이스의 주소와 보낸 데이터 그리고 그 상태를 알 수 있는 메시지 창을 볼 수가 있다. 데이터 교환은 PC와는 RS-232C를 이용하였고 이때의 통신 환경은 Baudrate 115200bps이고 no parity 8bit data 1 stop bit이다.

데이터 저장은 FRAM과 읽기와 쓰기를 한다. 읽은 데이터는 PC에 보내져 모니터링을 한다.

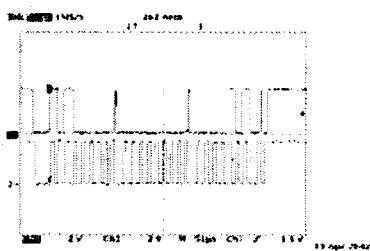


그림 10. Tag 메모리 구동실험

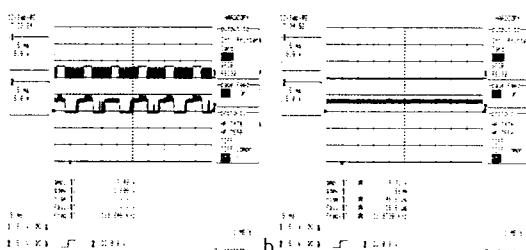


그림 11. Tag의 검출

그림 12. Tag의 미확인

그림 10은 리더로부터 전력을 받아 Tag의 메모리를 구동시킨 실험으로서 여기서 메모리로는 3.0V의 구동전압에

16K 비트인 FM24C16의 FRAM이 사용되었다. 그림 11은 Tag가 리더의 유효한 범위 안에 존재하여 리더에서 Tag의 존재를 확인한 경우이며, 그림 12는 Tag가 리더의 유효통신 밖에 있거나 존재하지 않는 경우의 파형이다.

### 4. 결 론

본 논문에서 현재 혼잡한 지하철 계이트에서의 시간을 줄이고자 RF-ID를 이용한 무개찰 시스템의 도입을 제안하였다. 이러한 시스템의 용용은 요금징수에만 국한되는 것이 아니며 적용 가능한 여러 다른 분야가 많이 존재할 것이다. 그러기 위해서는 우선 Tag의 안정적인 동작을 위한 통신거리의 확보가 우선시 되어야 할 것이다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] Baker, Li, Boyce, "CMOS circuit design, layout and simulation," IEEE PRESS, pp.313-326
- [2] J.C.Haartsen, "the Bluetooth Radio System," IEEE personal Communication Mag, pp.28-36, vol .7, February 2000
- [3] 김현, 양경록, 오세호, 김양모, "지하철 무개찰 시스템에 관한 연구", 2001년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템학회 춘계학술대회 논문집, pp.423-425, 2001.4.
- [4] "MicroID 125KHz RFID System Design Guide", Mi p Technology Inc, 1998.
- [5] 김광호, 유병곤, 이희철, "Fram IC 카드기술", 대영사, pp.1 -190, 2001.6

본 연구는 미세정보시스템연구센터(MICROS)의  
연구지원으로 수행되었음